

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Teori

Pada tinjauan pustaka berisi mengenai penelitian yang relevan dengan tugas akhir ini, yaitu terkait dengan sistem pemantauan konsumsi energi listrik. Tabel 2.1 merupakan rangkuman dari penelitian yang relevan dengan tugas akhir ini.

Tabel 2.1. Penelitian yang relevan dengan tugas akhir

Penulis (Tahun)	Tujuan	Metode Perancangan	Hasil Analisis
D. Saputra (2021) [2]	Membuat sistem yang dapat memantau penggunaan listrik tiap bulan via SMS dan menghilangkan keraguan masyarakat	Alat yang dilengkapi dengan arduino uno, LCD, dan SMS Gateway, sensor ACS721, sensor tegangan ZMPT101B, dan sensor photoelectric	Dapat mendeteksi arus listrik dan mengolahnya untuk mendapatkan data berapa besar daya listrik dan dikonversi nilai kWh menjadi Rp/kWh
A. Ardansyah (2020) [4]	Untuk memantau penggunaan energi listrik berdasarkan biaya pemakaian perangkat- perangkat	Alat yang memiliki sensor tegangan (ZMPT101B) dan arus (ACS712), relay, arduino UNO,	Hasil uji pengukuran dalam 2 jam pada setrika, kipas angin, televisi, motor AC 1 fase,

	elektronik agar tidak terjadi pemborosan	dan NodeMC	solder, dispenser, cas laptop HP, lampu pijar, dan kulkas menghasilkan error secara berturut 0.3% dan 0.28%
B. Prayitno, P. Palupiningsih dan H. B. Agtriadi (2019) [5]	Membuat sistem yang dapat memantau daya listrik peralatan rumah tangga	Alat dibuat dengan perangkat keras berupa sensor arus, tegangan, dan daya serta penghubung ke internet	Data arus, tegangan, dan daya yang terdeteksi sensor Data tersebut bisa dikirim ke database melalui perangkat IoT
H. Rahman dan D. Handaya (2021) [6]	Membuat sistem yang dapat memantau energi listrik AC lewat gawai	Komponen: NodeMCU, sensor arus, catu daya, dan casing	Didapatkan data arus dan daya pada AC 0,5 PK
H. Makhabbah dan A. I. Agung (2020) [7]	Untuk mengaplikasikan dan merancang alat pengukuran konsumsi daya listrik dan pemutus daya otomatis berbasis internet	Alat dirancang untuk mengetahui tegangan, arus, daya, pemakaian daya dalam waktu sekian jam, faktor daya, frekuensi, dan dapat memutuskan daya secara otomatis ketika belum membayar tagihan	Alat dapat menampilkan data sesuai dengan rancangannya dan dapat ditampilkan melalui web yang bisa diakses melalui gawai atau komputer

A. D. Pangetsu, F. Ardianto dan B. Alfaresi (2019) [1]	Penelitian: pemantauan beban listrik dengan Arduino dan NodeMCU ESP8266 secara <i>real time</i>	Alat ini menggunakan arduino NodeMCU ESP8266	Alat bekerja dengan baik dan dapat membaca besaran arus dan daya. Terhadap beban induktif dan resistif. Tingkat akurasi: 96-98%
A. Nugraha, D. Cahyadi dan D. O. D. Handayani (2019) [8]	Merancang dan membuat sistem sistem yang dapat memantau dan mengontrol alat elektronik melalui internet yang datanya disimpan di firebase <i>realtime database</i>	Alat yang memiliki sensor tegangan ZMPT101B dan arus ACS712, arduino UNO, dan NodeMCU	Hasil sistem berhasil menurunkan pemakaian listrik pada TV CRT 14” sebesar 27,49% dan dispenser sebesar 57,28%
J. Lianda, D. Handarly dan A. (2019) [9]	Pemantauan konsumsi listrik lewat gawai dengan akses internet	Sistem dilengkapi dengan sensor ZMPT101B, SCT 013-000, dan Ethernet Shield. Sistem ini dapat diakses melalui interface Ubidots dengan akses internet	Sensor tegangan: tingkat akurasi 98,93% Sensor arus: tingkat akurasi 95,66% Konsumsi listrik: tingkat akurasi 97,56%
Abdullah dan Risdina (2020) [10]	Agar masyarakat bisa menghemat biaya penggunaan	Sistem ini menggunakan NodeMCU ESP8266, sensor	Sistem pemantauan konsumsi listrik dengan aplikasi Blynk

	peralatan listrik rumah tangga	PZEM-004T, LCD 12C, dan Blynk	dan dapat memonitoring ketika pemilik rumah sedang diluar rumah
M. F. Pela and R. Pramudita (2021) [11]	Melakukan pemantauan penggunaan daya listrik dari peralatan elektronik rumah tangga dengan menggunakan arduino NodeMCU ESP8266 secara <i>real-time</i>	Sistem ini dibuat dengan gabungan beberapa sensor yang dapat membaca arus, tegangan, daya, dan nilai faktor daya	Kenaikan rata rata faktor daya: 27,12% Hemat biaya: 22% Bisa dimonitor melalui SMS

2.2 Dasar Teori

2.2.1 Listrik

2.2.1.1 Energi

Energi memiliki banyak pengertian menurut beberapa sumber. Menurut KBBI, energi merupakan kemampuan atau kekuatan untuk melakukan berbagai proses kegiatan. Energi merupakan sebuah materi yang diperlukan agar suatu objek bisa melakukan suatu usaha. Energi juga merupakan kemampuan untuk melakukan suatu kerja. Energi merupakan apapun yang dapat bergerak yang terhubung dalam ruang dan waktu [12].

Energi secara umum terbagi menjadi 6 jenis, yaitu energi mekanik, listrik, elektromagnetik, kimia, nuklir, dan termal atau panas. Energi mekanik merupakan energi yang bersifat menggerakkan suatu benda. Energi listrik adalah suatu energi yang memiliki hubungan dengan medan listrik yang berasal dari terakumulasinya muatan elektron pada pelat-pelat kapasitor. Energi elektromagnetik adalah suatu bentuk energi yang berhubungan dengan paparan atau radiasi elektromagnetik. Energi kimia merupakan energi yang dihasilkan dari interaksi elektron ketika atom atau molekul membentuk suatu senyawa. Energi nuklir adalah energi yang tersimpan dan dapat dilepas ketika terjadi hubungan antar partikel dengan atau di dalam inti atom. Energi termal merupakan suatu bentuk energi dasar yang dapat dibentuk dari konversi dari energi lain [12].

2.2.1.2 Listrik

Listrik adalah suatu aliran yang terdiri dari elektron-elektron dari atom ke atom pada sebuah penghantar. Listrik merupakan salah satu kebutuhan utama manusia. Listrik juga merupakan suatu aliran elektron pada suatu atom. Listrik juga berperan sebagai sumber energi yang disalurkan melalui kabel atau penghantar listrik lainnya [13].

Energi listrik dibagi menjadi dua, yaitu listrik statis dan dinamis. Listrik statis merupakan energi yang terkandung pada benda yang bermuatan listrik, baik muatan positif maupun muatan negatif. Fenomena listrik bisa terjadi

ketika ada dua benda yang berbeda saling bergesekan, material yang punya daya tarik lebih lemah, elektronnya akan ditarik dan menempel pada benda yang daya tariknya lebih kuat. Listrik Dinamis merupakan listrik yang dapat bergerak berdasarkan kuat arusnya [13].

Besaran-besaran pada energi listrik yang digunakan ada tegangan, hambatan, arus, gaya gerak listrik (GGL), kapasitansi, muatan listrik, dan induktansi. Tegangan listrik merupakan fenomena yang terjadi pada 2 titik yang menghasilkan potensial listrik yang berbeda pada satu rangkaian listrik dengan satuan Volt. Hambatan listrik merupakan perbandingan tegangan suatu alat elektronik listrik dengan arus listrik yang dilaluinya dengan satuan Ohm. Arus listrik merupakan total muatan listrik yang ada dikarenakan adanya turbulensi pada elektron dalam satu rangkaian listrik dengan satuan Ampere [13].

GGL merupakan suatu energi listrik yang bisa berubah wujud menjadi besaran energi lainnya atau pun sebaliknya. Kapasitansi merupakan total muatan listrik yang bisa digunakan untuk menyimpan potensial listrik yang nilainya sudah ditentukan. Muatan listrik adalah suatu muatan yang berada pada benda yang menghasilkan listrik dan bisa membuat benda tersebut mendapatkan suatu gaya tertentu terhadap benda listrik yang ada disekitarnya. Induktansi merupakan sebuah sifat rangkaian pada elektronika yang membuat energi potensial listrik bergerak lebih aman terhadap arus listrik yang ada pada sebuah rangkaian listrik [13].

2.2.1.3 Tegangan Listrik

Tegangan listrik merupakan suatu energi yang diperlukan untuk menggerakkan setiap muatan listrik. Terdapat 2 jenis tegangan listrik, yaitu tegangan listrik 1 jalur atau Direct Current (DC) yang mengalirkan arus listrik searah dan tegangan listrik 2 jalur bisa maju maupun mundur atau Alternating Current (AC). Tegangan listrik memiliki persamaan sebagai berikut [18]:

$$V = W/Q \quad (2.1)$$

Keterangan:

V = Tegangan listrik (V)

W = Energi listrik (J)

Q = Muatan listrik (ohm)

2.2.1.4 Arus Listrik

Arus listrik merupakan gerakan yang bermuatan listrik yang bergerak dari tegangan tinggi ke potensial rendah. Arus listrik memiliki dua jenis sesuai arah, yaitu aliran arus listrik positif dan negatif. Aliran positif merupakan aliran yang membawa partikel yang bermuatan positif yang bergerak dari kutub positif menuju kutub negatif. Aliran negatif atau disebut aliran elektron yang membawa partikel muatan listrik sesungguhnya yang bergerak dari kutub negatif menuju kutub positif [19].

Arus listrik dibagi menjadi dua jenis sama seperti tegangan listrik, ada arus listrik 1 arah atau Direct Current (DC) yang mengalir secara konstan dan arus listrik arus 2 arah atau Alternating Current (AC) yang mengalirkan arus listrik maju mundur. Arus listrik memiliki persamaan sebagai berikut [19]:

$$I = Q/t \quad (2.2)$$

Keterangan:

I = Arus listrik (A)

t = Waktu (s)

Q = Muatan listrik (ohm)

2.2.2 Pengukuran Besaran Listrik

2.2.2.1 kWh Meter

kWh meter (kilo Watt hour) merupakan alat ukur pemakaian energi listrik yang terpakai dengan satuan kilo Watt jam. Alat ini berguna untuk mengukur dan memantau pemakaian listrik dan dapat ditemukan pada tiap bangunan yang menggunakan listrik. Bentuk kWh meter yang ada di rumah-rumah memiliki bentuk seperti Gambar 2.1 [20].



Gambar 2.1. kWh Meter [20]

kWh meter tidak hanya memiliki fungsi selain mengukur dan memantau listrik saja. Fungsi kWh meter juga dapat mengukur pemakaian listrik dalam skala harian hingga bulanan sehingga saat melakukan pembayaran tagihan listrik, akan disesuaikan dengan pemakaian listrik pada bangunan tersebut. Fungsi lainnya dari kWh meter adalah dapat menghitung penggunaan listrik pada waktu tertentu, sebagai pembatas daya listrik yang digunakan pelanggan berdasarkan kontrak pemasangannya, dan sebagai saklar yang dapat mematikan aliran listrik pada bangunan ketika listrik digunakan secara tidak wajar, ketika terjadi korsleting, atau ketika ada perbaikan saluran listrik [20].

kWh meter ada lima jenis, yaitu digital, analog, 1 fase, 3 fase, dan prabayar. kWh meter digital merupakan meteran yang menggunakan teknologi digital sebagai penghitungnya yang lebih akurat dan efisien dan ditampilkan lewat LCD. kWh meter analog merupakan meteran yang telah ada sejak dulu dan biasanya ada pada rumah-rumah di pedesaan. kWh meter 1

fase merupakan meteran yang mengukur jaringan listrik dengan menggunakan dua kawat penghantar yang satu berperan sebagai kawat fase dan satu lagi berperan sebagai kawat netral dan memiliki tegangan antar 220 hingga 240 Volt. kWh meter 3 fase merupakan meteran yang mengukur jaringan listrik dengan menggunakan tiga fase kawat R, S, T dan satu kawat netral atau nama lainnya adalah ground dan memiliki tegangan hingga 380 Volt. kWh meter Prabayar merupakan meteran yang dapat diisi oleh pelanggan dan pelanggan sendiri bisa menggunakan listrik secara mandiri [20].

2.2.3 Komponen Listrik

2.2.3.1 Arduino UNO

Arduino adalah sebuah komponen mikrokontroler atau otak dari perangkat. Arduino Uno merupakan salah satu perangkat yang berada pada kit mikrokontroler yang berbasis pada ATmega28. Arduino Uno merupakan salah satu tipe dari varian Arduino. Pada Arduino Uno, terdapat 14 pin digital input/output, 6 analog input, osilator kristal 16 MHz, koneksi USB, colokan untuk power input, ICSP header, dan tombol reset. Seri terakhir dari Arduino uno adalah Arduino Uno R3. Arduino memiliki bentuk seperti pada gambar 2.2 [21].



Gambar 2.2. Arduino UNO

Arduino Uno memiliki fungsi untuk membuat koding yang terhubung dengan perangkat lain dan dapat mengendalikannya. Dalam melakukan pemrograman, Arduino dilengkapi dengan piranti lunak Arduino IDE yang berfungsi untuk membuat koding sebagai otak dalam rangkaian tersebut. Arduino Uno memiliki spesifikasi yang terdapat pada Gambar 2.3 [21].

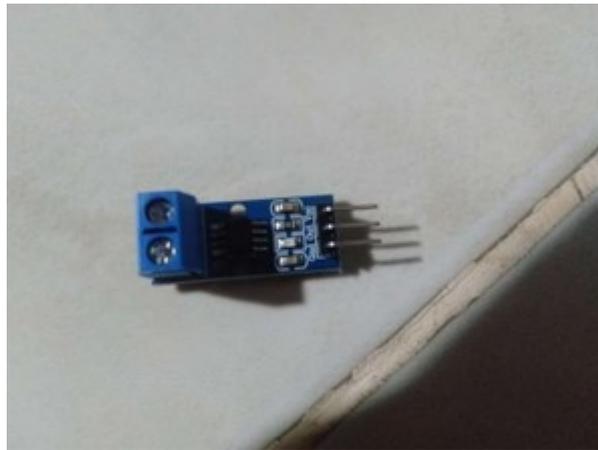
Spesifikasi	Arduino Uno
Tegangan operasi	5V
Tegangan masukan (disarankan)	7 - 12V
Tegangan masukan (batasan)	6-20 V
Pin digital I/O	14 (6 sebagai output PWM)
Pin masukan analog	6
Arus DC untuk pin I/O	40 mA
Arus DC untuk pin 3.3 V	50 mA
Memori Flash	32 Kb (ATmega328) dengan 0,5 sebagai bootloader
SRAM	2 KB (ATmega328)
EEPROM	1 KB (ATmega328)
Kecepatan	16 MHz
Panjang	68.6 mm
Lebar	53.4 mm
Berat	25 g

Gambar 2.3. Spesifikasi Arduino Uno [21]

2.2.3.2 Sensor Arus

Sensor arus merupakan sebuah komponen yang mendeteksi arus listrik di dalam sebuah kabel dan mengirim sinyal berupa data sesuai dengan nilai arus yang terdeteksi. Sinyal tersebut berupa tegangan analog atau data digital. Sinyal tersebut akan disimpan dalam penyimpanan seperti server. Varian sensor arus ada sensor arus ACS712, CT Current Sensor, Current Shunt resistor, sensor PZEM-004T, dan sensor PZEM-016 [22].

Sensor ACS712 merupakan sensor arus yang menggunakan sistem efek hall yang dimana kuat arus dapat mengubah nilai efek hall atau kekuatan medan magnet pada sensor. Ketika nilainya naik, maka efek pada efek hall akan membesar pada sensor ini. Bentuk sensor ACS712 terdapat pada Gambar 2.4 dan memiliki spesifikasi yang tertera pada Gambar 2.5 [22] [32].



Gambar 2.4. Sensor Arus ACS712

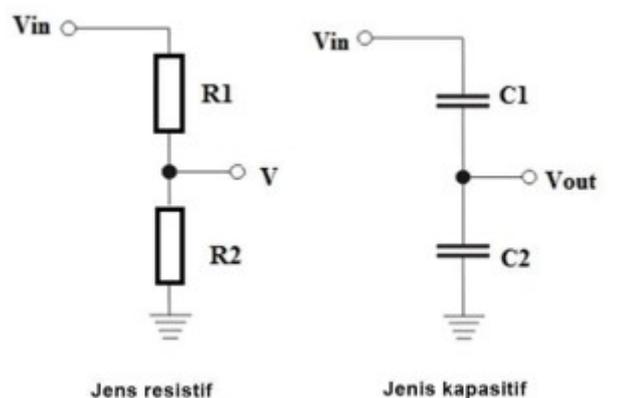
Characteristic	Symbol	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Units
ELECTRICAL CHARACTERISTICS						
Supply Voltage	V_{CC}		4.5	5.0	5.5	V
Supply Current	I_{CC}	$V_{CC} = 5.0$ V, output open	–	10	13	mA
Output Capacitance Load	C_{LOAD}	VIOUT to GND	–	–	10	nF
Output Resistive Load	R_{LOAD}	VIOUT to GND	4.7	–	–	k Ω
Primary Conductor Resistance	$R_{PRIMARY}$	$T_A = 25^\circ\text{C}$	–	1.2	–	m Ω
Rise Time	t_r	$I_P = I_P(\text{max})$, $T_A = 25^\circ\text{C}$, $C_{OUT} = \text{open}$	–	3.5	–	μs
Frequency Bandwidth	f	–3 dB, $T_A = 25^\circ\text{C}$; I_P is 10 A peak-to-peak	–	80	–	kHz
Nonlinearity	E_{LIN}	Over full range of I_P	–	1.5	–	%
Symmetry	E_{SYM}	Over full range of I_P	98	100	102	%
Zero Current Output Voltage	$V_{IOUT(Q)}$	Bidirectional; $I_P = 0$ A, $T_A = 25^\circ\text{C}$	–	$V_{CC} \times 0.5$	–	V
Power-On Time	t_{PO}	Output reaches 90% of steady-state level, $T_J = 25^\circ\text{C}$, 20 A present on leadframe	–	35	–	μs
Magnetic Coupling [2]			–	12	–	G/A
Internal Filter Resistance [3]	$R_{F(INT)}$			1.7		k Ω

Gambar 2.5. Spesifikasi Sensor ACS712 [32]

2.2.3.3 Sensor Tegangan

Sensor tegangan merupakan perangkat untuk mengukur, memantau, dan memproses nilai potensial pada rangkaian elektronik. Sensor ini bekerja dengan cara mendeteksi dan mengukur tegangan AC maupun DC sesuai dengan fungsi dan kemampuannya. Sensor ini memerlukan masukan berupa tegangan listrik dan keluaran berupa switch, sinyal analog maupun modul alarm. Pada sensor tegangan DC, umumnya terdiri dari pin masukan dan keluaran. Pin masukan terdiri dari 2 pin positif dan negatif yang dapat dihubungkan dengan perangkat atau rangkaian elektronik. Pada pin keluaran, hasil keluarannya berupa data analog yang diteruskan ke modul lainnya [23].

Sensor tegangan memiliki dua jenis, yaitu jenis resistif dan kapasitif. Sensor tegangan jenis resistif terdiri dari dua komponen, yaitu sistem pembagi tegangan dan sirkuit jembatan. Pada sistem pembagi tegangan, tegangan yang masuk akan dibaca kemudian diproses. Sensor tegangan jenis kapasitif digunakan untuk mendeteksi dan memproses tegangan dengan menggunakan kapasitor dalam sambungan seri atau paralel. Kedua jenis sensor ini memiliki rangkaian seperti pada Gambar 2.6 [23].



Gambar 2.6. Sensor Tegangan Jenis Resistif dan Kapasitif [23]

2.2.3.4 Relay

Relay adalah komponen elektronik seperti saklar yang dapat menerapkan logical switching. Relay bisa membuat komponen dapat mengontrol arus listrik tinggi. Relay memiliki 3 bagian utama, yaitu common, koil, dan kontak.

Common merupakan bagian yang menyambung Normally Close (NC). Koil merupakan bagian yang berfungsi untuk menghasilkan medan magnet. Kontak merupakan bagian yang terdiri dari dua bagian, yaitu normally open (NO) dan NC. NO merupakan kondisi awal sesudah saklar diaktifkan. NC merupakan kondisi awal sebelum saklar diaktifkan. bentuk relay terdapat pada Gambar 2.7 [24].

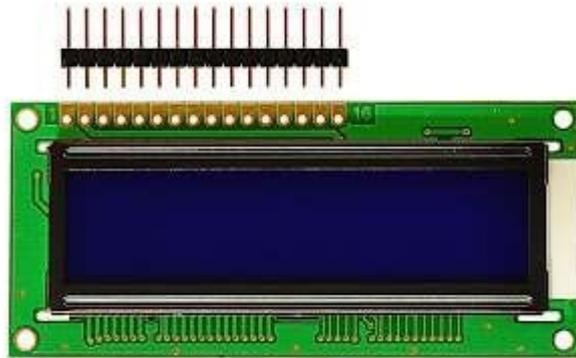


Gambar 2.7. Bentuk Relay [24]

Fungsi dari relay ada lima, yaitu dapat mengendalikan sirkuit dengan arus listrik yang besar, bisa memberikan waktu tunda, dapat menjalankan fungsi logika, dapat melindungi rangkaian elektronika dari korsleting atau kelebihan arus listrik, dan dapat memperpanjang umur saklar. Keuntungan dari penggunaan relay ada tiga, yaitu dapat mengendalikan alat yang menggunakan arus listrik besar dengan memakai arus listrik kecil, dapat mengendalikan lebih dari satu komponen, dan dapat berfungsi sebagai saklar pada peralatan yang sulit dan tidak bisa dijangkau [24].

2.2.3.5 LCD

Liquid Crystal Display (LCD) merupakan salah satu jenis komponen yang dapat memberikan suatu hasil tampilan dari suatu system dengan menggunakan kristal cair sebagai penampil utama. LCD dapat digunakan dalam berbagai bidang terutama pada alat-alat elektronik, seperti televisi, kalkulator, atau pun layar komputer. LCD memiliki beberapa bentuk seperti pada Gambar 2.8 [25].



Gambar 2.8. LCD 16x2 [25]

2.2.4 Penggunaan Listrik

2.2.4.1 Rumah Tinggal

Rumah merupakan salah satu kebutuhan primer manusia. Rumah dalam hal fisik merupakan sebuah bangunan yang menjadi tempat berlindung dari panas, dingin, hujan, dan dapat menjadi tempat beristirahat. Dalam KBBI, rumah merupakan sebuah gedung atau bangunan sebagai tempat tinggal. Berdasarkan Undang-Undang Nomor 4 tahun 1992, rumah merupakan bangunan yang memiliki fungsi sebagai tempat tinggal dan sarana pembinaan keluarga. Rumah secara psikologis merupakan tempat yang memiliki rasa kedamaian dan ketenteraman bagi penghuninya [26].

Rumah memiliki fungsi utama dan fungsi sekunder. Fungsi utama rumah sebagai wujud identitas dari suatu keluarga, harus memenuhi kebutuhan sosial, budaya, dan ekonomi dengan cara dekat dengan tetangga, teman, dan tempat kerja, dan harus bisa memberikan rasa aman untuk keluarga tersebut dari ancaman dan bahaya dari luar rumah. Fungsi sekunder dari rumah adalah sebagai tempat kerja terutama masa pandemi, tempat belajar, sarana berolahraga, dan tempat menggelar suatu acara [26].

Rumah harus memiliki syarat-syarat tertentu agar dapat dikatakan sebagai rumah tinggal. Syarat tersebut ialah konstruksi bangunan, aksesibilitas, lingkungan, dan legal. Pada suatu rumah tinggal, bangunan tersebut harus memenuhi syarat konstruksi bangunan secara sempurna. Rumah tinggal harus

berada di lokasi yang strategis yang dekat dengan tempat-tempat seperti pusat perbelanjaan. Lingkungan rumah tinggal harus juga sehat dan bersih. Rumah tinggal juga harus layak dengan legalitasnya terjamin yang terbukti melalui dokumen dan sertifikat [26].

2.2.4.2 Instalasi Listrik

Di masa modern ini, keberadaan alat elektronik sudah tidak bisa lepas dari manusia baik di manapun berada. Agar peralatan elektronik dapat digunakan manusia selama di rumah tinggal, diperlukan instalasi listrik yang mampu menghubungkan antara listrik dari PLN dengan alat elektronik yang ada dalam suatu rumah. Instalasi listrik juga perlu diperhatikan agar penggunaan listrik tidak bocor dan lebih efisien.

Macam-macam instalasi listrik yang diperlukan pada rumah tinggal ada 10, yaitu stop kontak, steker listrik, kabel listrik, MCB listrik, saklar, meteran listrik, fitting lampu, multiplug, fuse, dan arde. Stop kontak merupakan alat listrik yang menghubungkan listrik rumah dengan alat elektronik. Bentuk stop kontak di Indonesia umumnya seperti pada Gambar 2.9 [27].



Gambar 2.9. Stop Kontak

Steker listrik merupakan alat yang mengalirkan arus listrik dari stop kontak ke alat elektronik tertentu. Fungsi steker sebagai media penghubung antara alat elektronik ke sumber listrik. Bentuk steker memiliki banyak jenis tergantung jenis stop kontak. Beberapa bentuk steker seperti pada Gambar 2.10 [27].



Gambar 2.10. Steker Listrik

Kabel listrik merupakan alat penghantar listrik dari satu komponen ke komponen lain. Kabel memiliki fungsi penting dalam menghantarkan listrik karena tanpa kabel, listrik akan sulit digunakan dan dapat membahayakan orang lain. Pada bagian dalam kabel listrik, kabel-kabel tipis tersebut yang menghantarkan listrik seperti pada Gambar 2.11 [27].



Gambar 2.11. Kabel Listrik

MCB listrik merupakan alat yang berfungsi menghubungkan dan memutuskan listrik agar terhindar dari bahaya tegangan dan arus tinggi. Saklar merupakan alat yang berfungsi untuk menyambung dan memutuskan daya listrik. Saklar memiliki bentuk yang berbeda-beda tergantung alat elektronik yang tersambung, seperti pada Gambar 2.12 [27].



Gambar 2.12. Saklar

Meteran listrik merupakan alat yang pasti ada di setiap rumah yang berguna untuk mengukur besar daya listrik yang digunakan dan sebagai kontroler PLN. Salah satu contoh meteran listrik adalah kWh meter, seperti pada Gambar 2.1 [27].

Fitting lampu merupakan wadah yang menghubungkan antara listrik rumah dengan lampu yang terpasang. Multiplug merupakan alat yang memiliki fungsi mirip dengan stop kontak. Kelebihan dari multiplug ini adalah dapat memberikan stop kontak lebih banyak dan bisa dibawa ke mana-mana. Contoh dari multiplug seperti pada Gambar 2.13 [27].



Gambar 2.13. Multiplug

Fuse merupakan alat yang berfungsi untuk melindungi dari arus yang berlebih dan umumnya terpasang di dalam rangkaian listrik. Terakhir ada

arde, arde merupakan alat yang berfungsi untuk melindungi dari tegangan tinggi, konsleting, maupun petir dengan mengalirkannya ke tanah dengan bentuk jalur lintasan kabel listrik.

2.2.4.3 Ketentuan Listrik

Dalam melakukan pemantauan listrik pada rumah tinggal, perlu juga memperhatikan instalasi listrik yang terpasang di rumah dan juga peralatan elektronik yang terpakai. Jumlah daya listrik yang terpakai dapat semakin tinggi jika instalasi listrik dan alat elektronik digunakan secara tidak efisien. Indonesia telah menetapkan aturan mengenai instalasi listrik dalam SNI 0225:2011 dan dipertegas dengan Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor 2 Tahun 2018 Tentang Pemberlakuan Wajib Standar Nasional Indonesia di Bidang Kelistrikan [28][29].

